

FACULDADES INTEGRADAS FAFIBE
CURSO DE LICENCIATURA E BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
MARIA CLAUDIA SASS DOS SANTOS

**COMPARAÇÃO DA AÇÃO HIPOCOLESTEROLÊMICA DA LINHAÇA EM
DIFERENTES METODOLOGIAS APLICADAS EM RATOS: UMA REVISÃO
LITERÁRIA.**

BEBEDOURO
2010

FACULDADES INTEGRADAS FAFIBE

MARIA CLAUDIA SASS DOS SANTOS

**COMPARAÇÃO DA AÇÃO HIPOCOLESTEROLÊMICA DA LINHAÇA EM
DIFERENTES METODOLOGIAS APLICADAS EM RATOS: UMA REVISÃO
LITERÁRIA.**

Trabalho apresentado ao Departamento de Ciências Biológicas das Faculdades Integradas Fafibe, sob orientação da Prof^a. Esp. Silvia H. Z. Sylvestre para conclusão do curso de Ciências Biológicas Licenciatura e Bacharel.

**BEBEDOIRO
2010**

MARIA CLÁUDIA SASS DOS SANTOS

**COMPARAÇÃO DA AÇÃO HIPOCOLESTEROLÊMICA DA LINHAÇA EM
DIFERENTES METODOLOGIAS APLICADAS EM RATOS: UMA REVISÃO
LITERÁRIA.**

Trabalho apresentado ao
Departamento de Ciências
Biológicas das Faculdades
Integradas Fafibe, sob
orientação da Prof^a. Esp.
Silvia H. Z. Sylvestre para
conclusão do curso de
Ciências Biológicas

Banca Examinadora

Prof^o. Ms Renato Fenandes Galdiano Jr.

Prof^a. Ms Rita de Cássia Mello Guimarães

Prof.^a Esp. Silvia Helena Zacarias Sylvestre

Bebedouro, 23 de Novembro de 2010

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos que me acompanharam nessa jornada.

Em especial:

Meus pais

Irani e Francisco

Minhas irmãs

Vânia e Vivian

Meus amigos de Infância

João Vitor e Carolina

Meus amigos da faculdade

Carolina, Daniela, Diego, Émerson. Eugênia, Franciele, Grazielle, José Carlos, Marcela.

Michelle e Renan e a todos da sétima turma.

Aos meus Mestres

Evaldo, Jairo, Marcos Henrique, Rita, Renato, Silvia, Wellington e aos demais que tiveram passagem nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter iluminado e abençoado os meus pais, que tiveram toda paciência e toda garra do mundo para que eu pudesse chegar até aqui. Quero agradecer os meus amigos, que puderam me compreender nos momentos difíceis. O meu agradecimento especial a minha professora orientadora Silvia Sylvestre, por todo apoio e atenção que teve comigo, ao professor Rodrigo César Rosa que forneceu informações importantes para a realização deste trabalho.

Resumo

O colesterol é um esteroide lipídico encontrado em todos os tecidos animais, a sua maior parte no corpo humano é derivado ou sintetizado a partir de outras substâncias tais como, carboidratos, proteínas, e gorduras, o restante provém da dieta alimentar. Esse composto é insolúvel em água, entretanto precisa ser transportado do tecido de origem para os tecidos nos quais ele será armazenado ou consumido, é transportado no plasma sanguíneo através de lipoproteínas plasmáticas HDL (High Density Lipoprotein), conhecida como “bom colesterol”, uma vez que transporta o colesterol da corrente sanguínea para o fígado onde é catalisado, já a LDL (Low Density Lipoprotein), conhecida como “mau colesterol”, uma vez que transporta o colesterol do fígado para a corrente sanguínea favorecendo sua acumulação nos tecidos e órgãos, onde associa o aumento do risco vascular. A população mundial vem demonstrando crescente preocupação com alimentação, o que incentiva as indústrias alimentícias a investirem nos ditos alimentos funcionais, como a linhaça (*Linum usitatissimum L*), pertencente à família Lineacea, rica em ácidos graxos alfa-linolênico (ALA), ômega-3, ômega-6 e ácidos monoinsaturados. Em alguns estudos há indício que a ingestão de pequena quantidade de linhaça promove alterações hormonais contribuindo para redução do risco de câncer, dos níveis de colesterol total e LDL e exerce efeitos sobre o ganho de massa gorda, sendo assim, utilizada para o controle da obesidade. Foram analisadas metodologias, onde utilizaram animais experimentais (ratos) que foram separados em grupos específicos e analisados em: ingestão de ração e líquido, peso corpóreo, gordura Peritoneal e colesterol. De acordo com os dados obtidos observou-se que em nenhum dos estudos a linhaça supriu o que designado, ou seja, não reduziu quantidade necessária do colesterol, para ser comprovada cientificamente seu efeito hipocolesterolêmico, as hipóteses apontadas foi de que o tempo de administração e a quantidade ofertada de linhaça aos ratos não foram suficientes para a redução do colesterol.

Palavras – Chave: Colesterol, Linhaça, Estudo com animais.

ABSTRACT

Cholesterol is a sterol lipid found in all animal tissues, mostly in the human body is derived or synthesized from other substances such as carbohydrates and proteins, as well as fat and the rest comes from diet. This compound is insoluble in water, but must be transported from the tissue of origin for the tissues in which it is stored or used, is transported through blood plasma lipoproteins (HDL-high Density Lipoprotein), known as "good" cholesterol, since it carries cholesterol from the bloodstream to the liver where and catalyzed, since the LDL (Low Density Lipoprotein), known as "bad" cholesterol because it carries cholesterol from the liver into the bloodstream favoring its accumulation in tissues and organs, which associates the increased vascular risk.

The world population has shown increasing concern with food, which encourages food manufacturers to invest in so-called functional foods, among them one is known as flaxseed (*Linum usitatissimum* L) belonging to the family Lineacea, rich in fatty acids alpha-linolenic acid (ALA), omega-3, omega-6 and monounsaturated fatty acids. In some studies there is evidence that ingestion of small amounts of flaxseed promotes hormonal changes contribute to reduced risk of cancer, levels of total cholesterol and LDL and has effects on the gain in fat mass, therefore, used to control obesity . We analyzed methodologies where used experimental animals (rats) where they were separated into specific groups and analyzed: diet and fluid intake, body weight, fat and cholesterol Peritoneal. According to the data obtained showed that in none of the studies that supplied the linseed designated, ie, did not reduce the amount of cholesterol needed to be scientifically proven its hypocholesterolemic effect, mentioned hypotheses was that the administration time and quantity supplied flaxseed the mice were not sufficient to reduce cholesterol.

Key - words: Cholesterol, Flaxseed, studies with animals.

LISTA DE TABELA

Tabela1 – Composição da linhaça..... 11

LISTA DE FIGURAS

2.2.3 DEMOSTRAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS

Figura I – Experimento I.....	16
Figura II – Experimento I.....	17
Figura III – Experimento I.....	17
Figura IV – Experimento I.....	18
Figura V – Experimento I.....	18
Figura VI – Experimento II.....	19
Figura VII – Experimento II.....	19
Figura VIII – Experimento II.....	20
Figura IX – Experimento II.....	20

SUMÁRIO

Resumo	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE TABELA.....	v
LISTA DE FIGURAS	vi
SUMÁRIO.....	vii
INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 LIPÍDIOS.....	3
2.1.1 COLESTEROL.....	5
2.1.2 Biossíntese do Colesterol	8
2.2.LINHAÇA	9
2.2.1 Estudos com linhaça em animais	11
2.2.3 Demonstração gráfica dos resultados.....	16
3. Considerações Finais	21
4. Bibliografia.....	22

INTRODUÇÃO

A população mundial vem demonstrando crescente preocupação com a alimentação e seus constituintes, o que incentiva a indústria de alimentos a investir em produtos saudáveis e nos ditos alimentos funcionais. Entre os alimentos funcionais encontra-se a linhaça (*Linum usitatissimum L*), um pequeno grão de formato oval com grande valor nutritivo por ser fonte de fibras, ácidos graxos essenciais e proteína (EDRALIN et al., 2003).

A procura por alimentos funcionais, como a linhaça, têm aumentado devido aos seus efeitos benéficos e o poder de atuar na prevenção de doenças. Além disso, a ingestão da semente reduz o peso e o índice de massa corporal (IMC). Tal semente tem sido consumida por pessoas de todas as idades e gêneros, gestantes, lactantes e mulheres durante a menopausa. Essa oleaginosa é rica em fibras dietéticas e proteínas e contém 41% de lipídios, sendo 46% compostos pelos ácidos graxos poliinsaturados alfa-linolênico (n-3 ou ALA), 15%, pelos alfa-linolênico (n-6 ou AL), 24% pelos ácidos graxos monoinsaturados e 15% de saturados (ALMEIDA et al., 2009). Também contém potássio, cálcio, fósforo, magnésio, enxofre e vitaminas. (Carter, 1993).

No entanto, sementes de linhaça e alguns óleos de origem vegetal, como os de, canola, germen de trigo, são fontes importantes. Além de possuir uma excelente qualidade de gordura, é a maior fonte alimentar de lignanas e contém também fibras solúveis e insolúveis (ROTHENBURG & PEREIRA, 2007).

A ação hipocolesterolêmica dos ácidos graxos poliinsaturados é bem estabelecida, seu maior efeito é de aumentar o número de receptores de LDL, devido a altos níveis de ácido alfa-linolênico (precursor do ômega-3), fibras solúveis e insolúveis e dos componentes não protéicos presentes na linhaça, onde diminui o fator de risco de doença cardiovascular (ALMEIDA et al., 2009).

Alguns efeitos benéficos da linhaça são atuados dentre as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) onde segundo Lima, (2008) 58,5% do total de mortes no mundo ocorra em virtude dessas doenças. As principais são: câncer, hipertensão arterial, obesidade, dislipidemias, diabetes e doenças cardiovasculares.

Entende-se por dislipidemias, as alterações dos níveis sanguíneos dos lipídios circulantes. Quando esses níveis estão aumentados, recebem a denominação de

hiperlipidemias, que são classificadas em hipercolesterolemias e hipertrigliceridemias. A problemática da hiperlipidemia reside na comprovada relação que essa alteração metabólica mantém com o aparecimento da doença arterial coronariana (ROTHENBURG & PEREIRA, 2007).

Os fatores que influenciam o aumento desses níveis são as proporções relativas de partículas de HDL (Lipoproteína de Alta Densidade), e principalmente de LDL (Lipoproteína de Baixa Densidade), presentes no organismo. Essas partículas são de grande interesse de Saúde Pública, pois o HDL é responsável pelo transporte do colesterol em excesso na corrente sanguínea para o fígado onde é catalisado, tendo como definição de “bom colesterol”. O nível baixo dessa lipoproteína pode acarretar riscos de doenças cardiovasculares, uma vez que o nível ideal para efeito de proteção contra doença cardíaca é de 60 mg/dl. A partícula de LDL é definida como “mau colesterol” uma vez que transporta o colesterol do fígado para a corrente sanguínea favorecendo sua acumulação nos órgãos, placas ateroscleróticas, onde associam o aumento do risco vascular. O nível ótimo dessa lipoproteína para que seja reduzido o risco de doenças cardiovascular é de 100 mg/dl. (VELLOSO, 2009).

Diversos estudos têm sido realizados evidenciando os efeitos da linhaça, ou das gorduras constituintes da mesma, uma vez que os efeitos positivos na saúde e em quadros patológicos já instalados são importantes.

Tendo em vista que os efeitos do consumo da linhaça vêm sendo estudados em animais experimentais (ratos) e que diversos fatores podem desencadear problemas cardiovasculares, onde é uma das grandes preocupações em saúde pública. O propósito desse trabalho foi verificar em diferentes metodologias à ação hipocolesterolêmica da linhaça em ratos. Sem descartar outras hipóteses às funções benéficas realizadas pela mesma, no organismo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 LIPÍDIOS

Lipídios constituem uma classe de compostos com estrutura bastante variada, caracterizados por sua baixa solubilidade em água. Exercem diversas funções biológicas, como componentes de membranas, isolantes térmicos e reservas de energia (MARZZOCO & TORRES, 1999).

Na maioria dos casos, quando hidrolizados produzem ácidos graxos ou combinam com ácidos graxos para formar ésteres. Fazem parte do metabolismo vegetal e animal (SACKHEM & LEHMAN, 2001).

Ácidos graxos são ácidos carboxílicos com cadeias hidrocarbonadas de comprimento entre quatro e trinta e seis carbonos (C4 a C36) (NELSON & COX, 2002). Ácidos graxos podem ser saturados e insaturados, saturado contém apenas ligações simples, ao passo que ácidos graxos insaturados contêm algumas ligações duplas (SACKHEM & LEHMAN, 2001) Os lipídeos são divididos em três categorias principais:

SIMPLES

A hidrólise de um lipídio simples produz três ácidos graxos e glicerol, que é chamado de gordura ou óleo (SACKHEM & LEHMAN, 2001).

COMPLEXOS

A hidrólise de lipídeo complexo resulta em um ou mais ácidos graxos. Nessa categoria encontram-se os fosfolipídios, glicolipídios, sulfolipídios e os aminolipídios, bem como as lipoproteínas (SACKHEM & LEHMAN, 2001).

PRECURSORES E DERIVADOS

Lipídios precursores são compostos produzidos quando lipídios simples e complexos sofrem hidrólises. Os derivados dos lipídios são formados pela transformação metabólica e ácidos graxos. Eles incluem corpos cetônicos, esteróides, aldeídos graxos, prostaglandinas e vitaminas lipossolúveis (SACKHEM & LEHMAN, 2001).

Os lipídios mais simples, construídos a partir de ácidos graxos, são os triacilgliceróis, também chamados triglicerídeos, gorduras ou gorduras neutras. Triacilgliceróis são compostos de três ácidos graxos, cada um em ligação éster com o mesmo glicerol (NELSON & COX, 2002)

Nos seres humanos, células especializadas, chamadas adipócitos, ou células gordurosas, armazenam grandes quantidades de triacilgliceróis como gotículas de gordura, as quais quase preenchem a célula. Pessoas moderadamente obesas, com 15 a 20 kg de triacilgliceróis depositados em seus adipócitos, poderiam obter suas necessidades energéticas durante meses valendo-se de seus armazéns de energia. Em alguns animais, são armazenados sob a pele, servem não só como reservas de energia, mas também como isolantes contra baixas temperaturas. Triacilgliceróis também são armazenados como óleos nas sementes de muitos tipos de plantas, fornecendo energia e precursores biossintéticos durante a germinação das sementes (NELSON & COX, 2002).

Gorduras são ésteres formados pela combinação de um ácido graxo com um álcool em particular, o glicerol. Gorduras com o ponto de fusão abaixo da temperatura ambiente são chamados óleos (SACKHEM & LEHMAN, 2001).

As gorduras servem como combustível no corpo produzindo mais energia por grama do que qualquer carboidrato e proteína. O metabolismo de gorduras produz 9kcal/g, ao passo que o metabolismo tanto de carboidratos como de proteínas produz 4kcal/g. A gordura é estocada nos tecidos adiposos e servem como elemento de proteção dos órgãos vitais; ou seja, as gorduras envolvem os órgãos vitais para mantê-los no lugar e também atuar como amortecedores de impacto. São constituintes das lipoproteínas, que são encontradas nas membranas celulares e nas mitocôndrias, e também servem como meio de transporte de lipídios na corrente sanguínea (SACKHEM & LEHMAN, 2001)

Os esteróides são lipídios que apresentam um núcleo tetracíclico característico em sua estrutura. O composto-chave deste grupo é o colesterol, o qual é encontrado em gorduras animais, mas não em gorduras vegetais (MARZZOCO & TORRES, 1999).

2.1.1 COLESTEROL

Sem dúvida alguma o colesterol é o lipídio que mais recebeu publicações científicas, devido a forte correlação com a espécie humana entre os altos níveis no sangue e a incidência de doenças do sistema cardiovascular (NELSON & COX, 2002).

O colesterol é encontrado em todos os tecidos animais, particularmente no cérebro e nos tecidos nervosos, na corrente sanguínea e nos cálculos biliares. Ele auxilia na absorção de ácidos graxos no intestino delgado. A maior parte do colesterol do corpo humano é derivado ou sintetizado a partir de outras substâncias tais como, carboidratos, proteínas, gorduras e o restante provém da dieta alimentar. (SACKHEM & LEHMAN, 2001).

Um adulto ingere normalmente 500 mg diários de colesterol presentes em alimentos como a gema de ovo, gorduras da carne, fígado. Além disso, o corpo produz 500mg de colesterol diariamente. Do colesterol produzido no corpo, 50% é produzido pelo fígado, 15% pelo intestino, e a pele produz o restante para que o balanço seja completado. Contudo, quase todos os tecidos contendo células nucleadas são capazes de sintetizar colesterol (SACKHEM & LEHMAN, 2001), o mesmo excreta cerca de um grama de derivados de colesterol por dia, metade dos quais são repostos pela dieta metade por biossíntese (MARZZOCO & TORRES, 1999).

Nos vertebrados, a maior parte da síntese do colesterol ocorre no fígado, a maior parte dele é exportada em uma de três formas: colesterol biliar, ácidos biliares e ésteres do colesterol. Os ácidos biliares e seus sais são derivados do colesterol ajudam na digestão dos lipídios. Os ésteres do colesterol são formados no fígado por meio da ação da enzima acil-CoA-colesterol aciltransferase, convertendo o colesterol em uma substância ainda mais hidrofóbica .Os ésteres do colesterol são armazenados no fígado ou transportados inseridos em partículas lipoprotéicas para outros tecidos que empregam o colesterol (NELSON & COX, 2002).

Esses lipídios precisam, entretanto, ser transportados do tecido de origem para os tecidos nos quais eles serão armazenados ou consumidos. Eles são transportados de um para outro tecido pelo plasma sanguíneo na forma de lipoproteínas plasmáticas, que são complexos moleculares de proteínas transportadoras específicas chamadas de apolipoproteínas. Diferentes combinações de lipídios e proteínas produzem partículas

com densidades diferentes, variando desde quilomícrons até lipoproteínas de densidade muito alta. Cada classe de lipoproteína tem uma função específica determinada por seu lugar de síntese, composição lipídica e conteúdo de apolipoproteína (NELSON & COX, 2002).

Os quilomícrons já foram discutidos em conexão com o movimento dos triacilgliceróis da dieta desde o intestino até os outros tecidos. Eles são as maiores lipoproteínas e também as menos densas, contendo uma alta proporção de triacilgliceróis (NELSON & COX, 2002).

Quando a dieta contém mais ácidos graxos que a quantidade imediatamente necessária como combustíveis estes são convertidos em triacilgliceróis no fígado e unidos como apolipoproteínas específicas para formar lipoproteínas de muito baixa densidade, a VLDL (“very-low-density lipoprotein”). Essas lipoproteínas são transportadas do fígado para os músculos e para o tecido adiposo, onde a ativação da lipase lipoprotéica provoca a liberação de ácidos graxos livres dos triacilgliceróis das VLDL (NELSON & COX, 2002).

A perda dos triacilgliceróis converte algumas VLDL em remanescentes de VLDL (também chamadas de lipoproteínas de densidade intermediária, IDL–“intermediate density lipoprotein”) e com a saída de mais triacilgliceróis converte-se em lipoproteínas de baixa densidade (“Low-Density Lipoprotein”). Cada partícula de LDL que circula na corrente sanguínea contém apoB-100 que é reconhecida por proteínas que são receptores de superfície específicos, os receptores de LDL. A ligação de LDL em um receptor de LDL inicia o processo de endocitose, o que traz a LDL e seu receptor associado para o interior da célula dentro de um endossomo. Esse endossomo afinal se funde com um lisossomo, o qual contém enzimas que hidrolisam os ésteres de colesterol, liberando o colesterol e ácidos graxos no interior do citosol (NELSON & COX, 2002).

O colesterol que entra nas células por esta via pode ser incorporado pela membrana ou pode ser reesterificado pela ACAT (acetil-CoA-colesterol acil transferase) para armazenamento no interior de gotículas lipídicas citólicas. O acúmulo de excesso de colesterol intracelular é impedido pela redução da velocidade de síntese do

colesterol quando as LDL no sangue suprem colesterol suficiente para as necessidades celulares (NELSON & COX, 2002).

Nos mamíferos a produção de colesterol é regulada pela concentração de colesterol intracelular e pelos hormônios glucagon e insulina. O glucagon estimula a fosforilação (inativação) e a insulina promove a desfosforilação, ativando a enzima HMG-CoA e favorecendo a síntese do colesterol (NELSON & COX, 2002).

Altas concentrações de colesterol também ativam a ACAT, o que faz aumentar a esterificação do colesterol para o armazenamento, assim, as altas concentrações diminuem a transcrição do gene que codifica o receptor da LDL, isso reduz a produção de receptor e assim a captação do colesterol do sangue (NELSON & COX, 2002).

O tipo principal das lipoproteínas, a lipoproteína de alta densidade, HDL, é sintetizada no fígado e no intestino delgado como partículas pequenas ricas em proteínas e contendo relativamente pouco colesterol e nenhum éster de colesterol. AS HDL contem apoA-1, apoC I e apoC II, entre outras apolipoproteínas, bem como a enzima lecitina-colesterol aciltransferase (LCAT), que catalisa a formação de ésteres do colesterol e apartir da lecitina (fosfatidicolina) e colesterol. A LCAT existe na superfície de HDL recém-sintetizada converte essa fosfatidicolina e colesterol dos remanescentes dos quilomícrons e VLDL em ésteres do colesterol, os quais entram no interior da HDL nascente, convertendo-a de um disco chato em uma esfera, uma HDL madura. Essas lipoproteínas ricas em colesterol voltam agora ao fígado, onde o colesterol é descarregado e parte dele convertida em sais biliares (NELSON & COX, 2002).

A produção desregulada de colesterol pode levar à doença graves. Quando a soma das quantidades do colesterol sintetizado e daquele obtido na dieta excede a quantidade necessária para satisfazer as sínteses de membranas, sais biliares e esteróides podem ocorrer acúmulo patológico de colesterol nas paredes dos vasos sanguíneos (placas ateroscleróticas), resultando em obstrução desses vasos (aterosclerose) (NELSON & COX, 2002).O colesterol normalmente é eliminado na bÍlis.

Arterosclerose, uma forma de arteriosclerose, resulta da deposição de excesso de lipídios, principalmente triglicerídeos e colesterol, da corrente sanguínea. Desses dois, o colesterol oferece um risco maior ao bem-estar da pessoa. Uma maneira de combater doenças do coração e arterosclerose é reduzir a concentração de lipídios na corrente

sanguínea, seja pela redução na ingestão de lipídios ou através do uso de drogas anti-hiperlipêmicas. Observou-se que certos óleos instaurados de peixes e de vegetais, quando usados em substituição às gorduras saturadas, causam a redução do nível de colesterol no soro sanguíneo (SACKHEM & LEHMAN, 2001).

2.1.2 Biossíntese do Colesterol

Embora a estrutura molecular desse composto de 27 átomos de carbono requer uma biossíntese de grande complexidade, todos esses átomos são fornecidos por um único precursor chamado de acetato (NELSON & COX, 2002).

O Processo da biossíntese do colesterol ocorre em quatro estágios. No primeiro estágio ocorre a formação do mevalonato, onde duas moléculas de acetil-CoA condensam-se, formando-se acetoacetil-CoA, este se condensa com uma terceira acetil-CoA, para liberar um composto de seis átomos de carbono, o β -hidroxi- β -metilglutaril-CoA (HMG-CoA). As duas primeiras reações são catalisadas pela tiolase e pela HMG-CoA sintase, respectivamente, na terceira reação a redução do HMG-CoA em mevalonato é a qual duas moléculas de NADPH doam cada uma delas dois elétrons (NELSON & COX, 2002).

No estágio seguinte, três grupos de fosfato são transferidos para o mevalonato através de três moléculas de ATP. O fosfato que se liga na hidroxila C-3 é um bom grupo abandonador, esse fosfato e o grupo carboxila próximo saem deixando uma dupla ligação de cinco átomos de carbono o isopentenil pirofosfato. Esse é o primeiro isopreno ativado central na formação do colesterol, a partir da isomeração deste é liberado o dimetilatil pirofosfato, o segundo isopreno ativado (NELSON & COX, 2002).

No terceiro estágio, o isopentenil pirofosfato e o dimetilatil pirofosfato sofem uma condensação “cabeça com cauda”, onde o grupo pirofosfato é deslocado e é formada uma cadeia de 10 carbonos o geranyl pirofosfato (é um componente de óleo de rosa), este sofreu outra condensação “cabeça com cauda” com o isopentenil pirofosfato, liberando um intermediário de quinze carbonos, o farnesil pirofosfato (substância aromática encontrada nas flores). Duas moléculas de farnesil pirofosfato unem-se “cabeça com cabeça”, eliminando os dois grupos de pirofosfato, dando origem ao esqualeno, formado por trinta carbonos (NELSON & COX, 2002).

Na finalização, a enzima esqualeno monoxigenase acrescenta um átomo de O_2 na cadeia do esqualeno formando um epóxido. O NADPH reduz outro átomo de O_2 até H_2O . O produto dessa síntese, o esqualeno – 2,3 – epóxido tem duplas ligações, que são posicionadas de tal forma que uma notável reação concertada pode converter o epóxido de esqualeno linear em uma estrutura cíclica. Essa ciclização resulta na formação de lanosterol que é convertido no colesterol em uma série de aproximadamente vinte reações (NELSON & COX, 2002).

2.2.LINHAÇA

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é a semente do linho, planta pertencente à família das Lináceas, que tem sido cultivada há cerca de 400 anos nos países mediterrâneos (GALVÃO et al., 2007) É um cereal (monocotiledônea) que possui uma coloração que vai do marrom ao dourado, ambos contêm a mesma composição, entretanto, a marrom é cultivada em regiões de clima quente e úmido com utilização de agrotóxico, já a dourada é cultivada em regiões frias sem o uso de agrotóxico (LIMA, 2008). A semente da linhaça é oval, achatada (SOARES, et al., 2008), é rica em gorduras e fibras dietéticas. Cada 100g de linhaça é gerado 396 de energia, sendo 109 provenientes de proteínas e 287 de lipídios. Quando mantida a temperatura ambiente de $20^{\circ}C$, a semente crua é composta por aproximadamente, 46% de ácidos graxos ômega-3, 15% de ômega-6, 24% de ácido graxo monoinsaturado e 15% de saturados, (ALMEIDA, et al., 2009).

A planta da linhaça é aproveitada pela indústria em quase sua totalidade, seu caule é utilizado para a produção de linho, tecido utilizado para a produção de roupas e da sua semente se extrai o óleo (SOARES et al., 2008). Sua produção mundial encontra-se de 2.300.000 à 2.500.000 toneladas anuais, sendo o Canadá seu principal produtor (ALMEIDA et al., 2009). No Brasil o cultivo da linhaça é mantido por descendentes de imigrantes poloneses e alemães, e se restringe basicamente ao Rio Grande do Sul. Seu plantio ocorre nos meses de maio e junho e a colheita em novembro, dezembro e janeiro. Não exige grandes tratamentos culturais, sendo seu cultivo realizado muitas vezes de rotação de culturas, com a finalidade de recuperar terras

cansadas e evitar desgaste e a erosão do solo, aproveitando a adubação residual do milho e da soja (SOARES, et al., 2008).

As sementes também são utilizadas como suplemento alimentar, sendo adicionadas a pães, bolos e biscoitos ou ainda misturadas cruas aos alimentos (GALVÃO, et al. 2007).

O consumo da linhaça vem aumentando muito devido ao conhecimento de suas propriedades benéficas. É considerado um alimento nutracêutico, pois, além de suas funções nutricionais básicas, produz efeitos metabólicos e fisiológicos benéficos à saúde (GALVÃO, et al., 2007).

Também estão em desenvolvimento processos que incluem o óleo de linhaça em rações, de forma que os produtos para consumo humano como a carne, ovos, leite, possam estar enriquecidos em ácidos graxos (GALVÃO, et al., 2007).

Mesmo que ainda haja controvérsias em relação aos mecanismos pelos quais o ALA (ácido graxo alfa-linolênico, presente na linhaça) exerce seus efeitos benéficos preventivos ou terapêuticos que tem sido demonstrado em animais de laboratórios e humanos, tendo então, aumentado a atenção da comunidade científica para o uso desta semente como alimento funcional (MOLENA-FERNANDES, et al., 2010).

Alguns estudos têm demonstrado que a ingestão de quantidade pequena de linhaça ao dia promove alterações hormonais contribuindo com a redução de câncer, dos níveis de colesterol total e LDL. Embora existam poucas publicações, mas a linhaça e seus componentes parecem exercer efeitos sobre o ganho de massa gorda, sendo assim, podendo ser utilizada para o controle de obesidade e diabetes mellitus² (MOLENA-FERNANDES, et al., 2010).

1. Composição da linhaça

NUTRIENTE	QUANTIDADE
Lipídio	41%
Proteína	21%
Fibras (solúveis e insolúveis)	28%
Resíduo mineral	4%
Carboidratos	6%

Tabela com informações encontrada em 100g de linhaça.

(Fonte: ALMEIDA, et al., 2009).

2.2.1 Estudos com linhaça em animais

Experimento I

Em um estudo realizado por ROTHENBURG & PEREIRA (2007), foram utilizados 30 ratos wistar fêmeas divididos em 3 grupos: Grupo Controle (N=10): animais sem nenhuma intervenção experimental com administração de 300 g de ração pronta específica (marca BIOTEC) e 500 mL de água diariamente durante todo experimento; Grupo Hipercolesterolêmico (N=10): com administração de ração com banha de porco (na proporção de 180g de ração para 100 g de banha de porco), durante todo o experimento os animais receberam diariamente 300 g de ração e 500 mL de água. O preparo da ração hiperlipídica foi realizado da seguinte forma: a ração era triturada com o auxílio de um liquidificador, em seguida derretia-se a banha (marca COOPAVEL) e adicionava-se à ração. Depois, colocava-se a mistura em um recipiente devidamente tampado e armazenava-se sob refrigeração por até três dias no máximo; Grupo Linhaça (N=10): animais que sofreram aumento dos níveis de colesterol e receberam diariamente 300 g de ração hiperlipídica (contendo 0,22 g de semente de linhaça por animal) e 500 ml de água.

Foi analisado a ingestão de líquido; ingestão de ração; peso corporal; Gordura peritonal e colesterol.

Ingestão de líquido: sabe-se que a água que entra no organismo, pode provir de três fontes diferentes que são: através da ingestão de líquidos, que é maior fonte; da água que constitui os alimentos, que é aquela água que faz parte dos chamados alimentos sólidos, e que varia muito segundo o tipo de alimento; e, da oxidação dos substratos energéticos, onde durante o metabolismo, ocorre a produção de água, a qual é variável segundo o tipo de substrato que é consumido, sendo comprovado que, 1 g de proteína produz 0,41 g de água; 1 g de carboidrato produz 0,6 g de água, enquanto 1g de lipídeo produz 1,07 g de água.

De acordo com as afirmativas acima e as análises dos dados coletados observou-se uma menor ingestão de água nos grupos hipercolesterolêmicos ($40,15 \pm \text{EPM } 0,60$) e linhaça ($37,45 \pm \text{EPM } 1,28$), quando comparados com o grupo controle ($54,45 \pm \text{EPM } 2,80$), então deduz que a menor ingestão dos grupos hipercolesterolêmicos seja pela umidade contida na ração oferecida, já que era adicionada uma grande quantidade de gordura. Uma outra hipótese é o que já temos comprovado que a oxidação do substrato, nesse caso o lipídio, produz 1,07g de água por 1g do mesmo, resultando assim em uma menor necessidade dessa ingestão.

Ingestão de ração: Os grupos hipercolesterolêmico e linhaça tiveram uma menor ingestão alimentar ($22,66 \pm \text{EPM } 1,14$) e ($20,82 \pm \text{EPM } 0,96$) respectivamente, quando comparado ao grupo controle ($30,68 \pm \text{EPM } 1,96$).

Em estudos realizados, acredita-se que dietas hiperlipídicas conduzam a hiperfagia ou causem efeitos metabólicos independentes da mesma, como por exemplo: redução na secreção de leptina (proteína circulante produzida proporcionalmente pela massa de tecido adiposo e age no sistema nervoso aumentando a saciedade).

A hipótese pela qual dos grupos que ingeriram a dieta hiperlipídica, comeram uma menos quantidade, deve-se ao fato de que a quantidade de gordura tenha influenciado no tempo de esvaziamento gástrico. As refeições que contêm ma maior quantidade de gorduras, demandam uma maior sensação de saciedade e plenitude por um tempo mais prolongado, mesmo por que, a gordura permanece no estômago até

aproximadamente três horas e meia após a sua ingestão, contribuindo assim pelo retardo da fome, além de suprir de 80 a 90% a necessidade energética nos indivíduos bem nutridos em repouso.

A sensação de saciedade promovida pela gordura, se deve ao fato da quantidade de Hidrogênio (H+) que compõe cada molécula de gordura (9 kcal/g de lipídios), sendo assim, a principal reserva de energia do organismo.

Peso Corporal: Sem dúvidas o desenvolvimento da obesidade possuiu múltiplas causas, e é o resultado de complexas interações entre fatores genéticos, psicológicos, endócrinos, socioeconômicos, culturais e ambientais. Claro que também, alimentos com alta densidade calórica promovem ganho de peso e o excesso de energia principalmente proveniente dos lipídios, favorece o aumento de adiposidade.

Nesta verificação da metodologia notou-se, um significantivo aumento de peso corporal no grupo hipercolesterolêmico ($2,66 \pm \text{EPM } 0,35$) e linhaça ($2,03 \pm \text{EPM } 0,16$) quando comparados ao grupo controle ($1,78 \pm \text{EPM } 0,13$), onde se afirmou que uma dieta rica em lipídeos é totalmente associada com o ganho de peso corporal.

Gordura Peritonial: Tecido gorduroso é um tipo especial de tecido, que foi modificado para permitir o armazenamento da gordura neutra. É encontrado por baixo da pele, entre os músculos, nos espaços entre diversos órgãos. Os citoplasmas das células gordurosas armazenam a gordura até que seja necessária para o provimento de energia em outro território do corpo.

Alterações nas membranas fosfolipídicas e obesidade descrevem que, além dos ácidos graxos serem oxidados mais lentamente, reduz a taxa metabólica basal destes animais contribuindo para o aumento de adiposidade dos mesmos. Essas alterações ocorrem pela redução nas atividades enzimáticas que participam da biossíntese desses ácidos.

Esta redução resulta em maior disponibilidade de ácidos graxos saturados, que acabam compondo as membranas celulares em maior quantidade.

A linhaça um ácido graxo insaturado, contém grandes quantidade de ácido graxo ômega-3, ácido alfa linoléico (ALA), em algumas literaturas, sugere que esse ácido

reduz o risco de câncer de mama nas mulheres, tem também efeito cardioprotetor, reduz a gordura corporal, auxilia na perda de peso e controla diabetes iniciais.

Analisando o acúmulo de gordura corporal nos grupos em estudo, o grupo linhaça apesar de ter ingerido a mesma ração hiperlipídica, não teve o mesmo armazenamento de gordura peritoneal ($10,41 \pm \text{EPM } 0,93$) que o grupo hipercolesterolêmico ($17,06 \pm \text{EPM } 3,99$) e não podendo comparar ao controle que não teve intervenção de ração hiperlipídica ao controle ($5,75 \pm \text{EPM } 0,88$). Acredita-se que a adição da semente de linhaça na ração hiperlipídica, tenha impedido esse depósito de gordura.

Colesterol: Para cada 10% de aumento no peso corporal, há uma elevação no colesterol plasmático em torno de 12mg/dl. Esse aumento pode se tornar mais acentuado quando o ganho de peso está acompanhado por redução de atividade física e alta ingestão de ácidos graxos saturados.

Em alguns estudos realizados, obtiveram resultados que afirmaram o consumo de semente de linhaça cru na redução do colesterol total e o LDL nos seres humanos.

Com base nos resultados obtidos, observou-se que o grupo linhaça ($1,66 \pm \text{EPM } 0,16$) ficou mais próximo do grupo controle ($1,14 \pm \text{EPM } 0,14$) do que do hipercolesterolêmico ($2,20 \pm \text{EPM } 6,32$), resultado que nos leva a reconhecer que a semente de linhaça proporcionou algum benefício neste sentido. Talvez o tempo de administração e a quantidade ofertada não foram suficientes para um resultado considerado positivo, por este motivo, se faz necessário um tempo maior de pesquisa para uma confirmação do efeito hipocolesterolêmico da semente de linhaça.

Experimento II

Lima (2008), utilizou 18 ratos fêmeas da linhagem wistar divididos em três grupos: Grupo controle, grupo linhaça marrom e grupo linhaça dourada. No grupo controle (GC, N=6) não houve intervenção experimental. No grupo Linhaça Marrom (GLM, N=6) foi adicionada 15 gramas de linhaça marrom triturada, para cada 100 ml de água. No grupo linhaça dourada (GLD, N=6) foi adicionada 15 gramas de linhaça dourada, triturada, para cada 100 ml de água. As soluções foram acondicionadas em mamadeiras individuais, por um período de 40 dias, sendo realizada a troca das

soluções diariamente. Analisou-se alteração de peso corpóreo, gordura peritoneal, colesterol e ração ingerida.

Alteração de peso corpóreo: A soma de músculos, ossos, órgãos, líquidos corpóreo e tecido adiposo resulta no peso corpóreo. Alguns autores afirmam que o ácido linolênico presente na linhaça ajuda na perda de peso corpóreo. Os resultados obtidos não se diferenciaram da literatura, observou-se que o grupo linhaça marrom (106,66) obteve menor ganho de peso corpóreo comparado com o grupo controle (143,43) e o grupo linhaça dourada (147,52).

Gordura Peritoneal: Todo organismo tem uma reserva primária de energia, ou se a gordura, que é armazenada como triglicérides nos depósitos de tecido adiposo. Essa gordura se acumula no tecido adiposo e ao redor dos órgãos internos para protegê-los contra trauma. Porém a gordura corpórea abaixo do nível da gordura essencial passa a ser incompatível para que se obtenha uma excelente saúde. O ácido linolênico presente na linhaça além de auxiliar na perda de peso corpóreo, como citado anteriormente, tem capacidade de reduzir gordura peritoneal.

Na análise do acúmulo de gordura peritoneal observou-se, que os grupos que ingeriram a linhaça tanto marrom ($3,75 \pm \text{EPM } 0,78$) quanto à dourada ($4,33 \pm \text{EPM } 0,51$), não apresentaram o mesmo armazenamento de gordura que o grupo controle ($4,92 \pm \text{EPM } 0,63$), porém essa diferença não foi significativa.

Colesterol: Verificou-se uma redução não significativa do colesterol ao comparar o grupo controle ($77,23 \pm \text{EPM } 2,58$) com o grupo linhaça dourada ($73,59 \pm \text{EPM } 4,00$), o resultado foi diferente ao comparamos o grupo controle ($77,23 \pm \text{EPM } 2,58$) com o grupo de linhaça marrom ($81,59 \pm \text{EPM } 6,39$), onde houve um aumento não significativo.

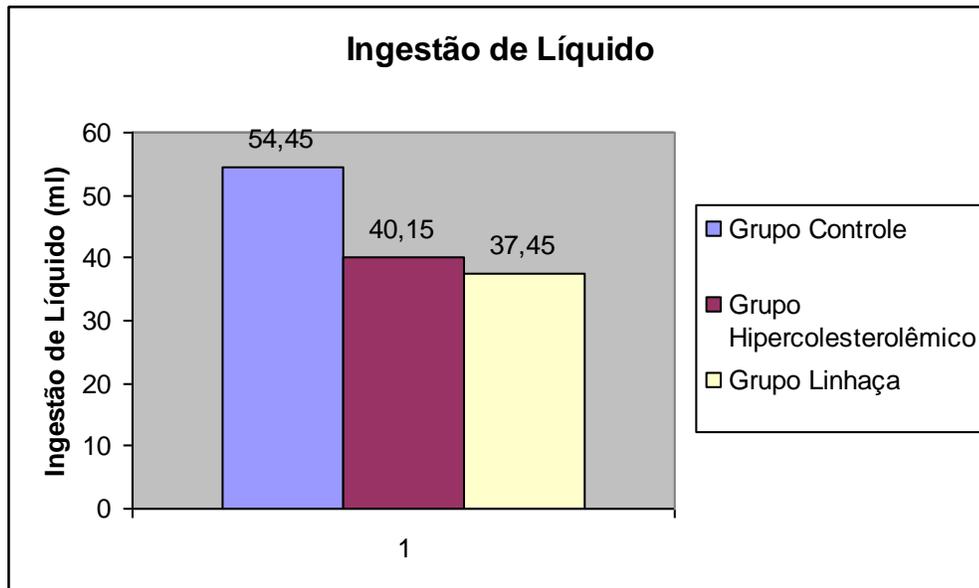
Em alguns estudos realizados relata-se que o consumo diário de semente de linhaça 50g em um período de quatro semanas em humanos saudáveis, revela a diminuição de 8% de colesterol total.

Ração Ingerida: A linhaça contém na sua composição fibras solúveis e insolúveis. As fibras solúveis têm como efeito aumentar seu volume em até sete vezes no estômago e influenciar a liberação da insulina, que produz uma sensação de saciedade.

De acordo com os resultados obtidos verificou-se um consumo maior, porém não significativo do grupo controle ($396,08 \pm \text{EPM } 177,32$), comparado ao grupo linhaça marrom ($356,42 \pm \text{EPM } 100,80$) e linhaça dourada ($334,98 \pm \text{EPM } 8,96$).

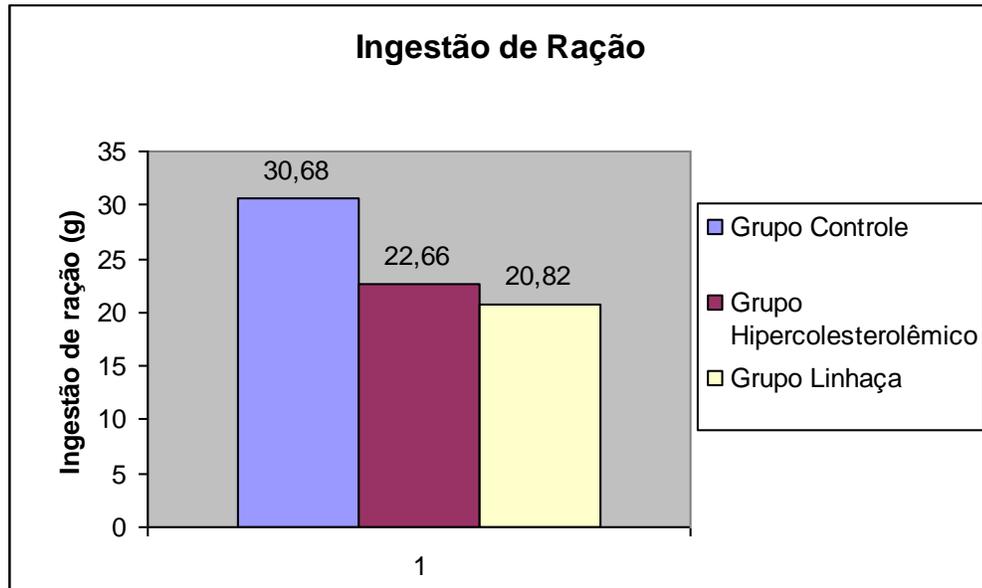
2.2.3 Demonstração gráfica dos resultados

Figura I – Experimento I



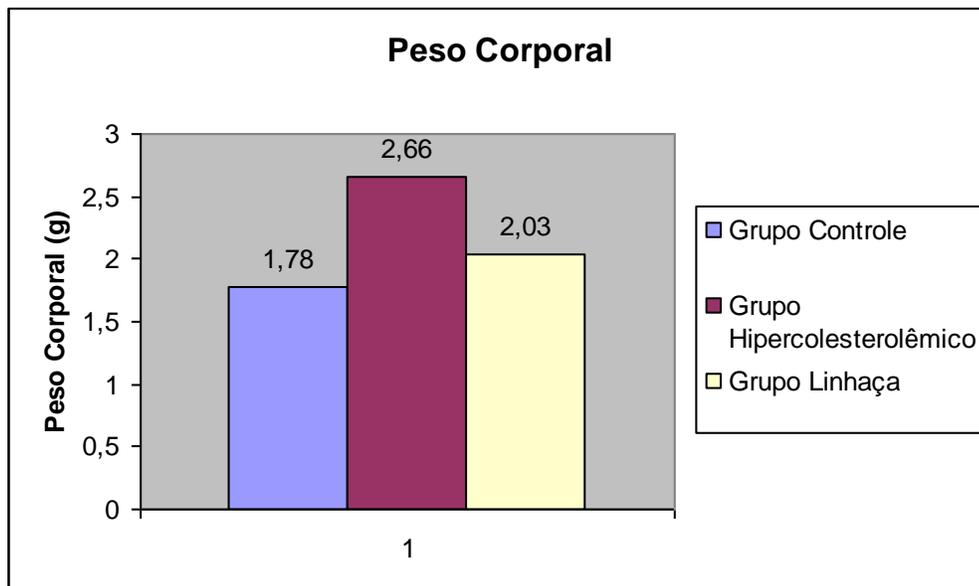
Considerando $\pm \text{EPM}^*$ (Grupo Controle 2,80 – Grupo Hipercolesterolêmico 0,60 – Grupo Linhaça 1,28). * Erro Padrão Médio. (Fonte: : ROTHENBURG & PEREIRA, 2007).

Figura II – Experimento



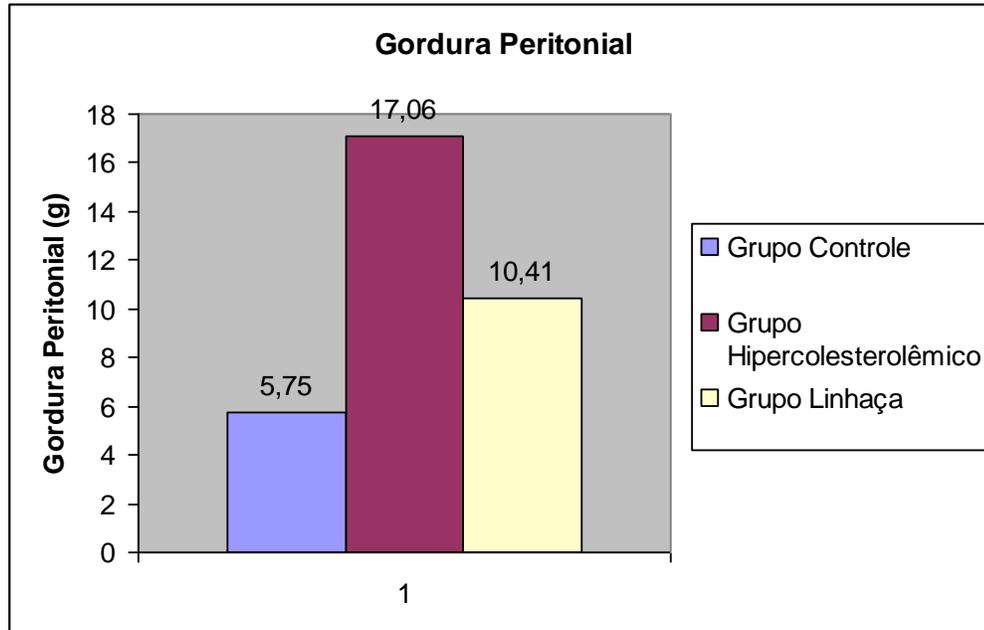
Considerando \pm EPM* (Grupo Controle 1,96 – Grupo Hipercolesterolêmico 1,14 – Grupo Linhaça 0,96). * Erro Padrão Médio. (Dados extraídos de : ROTHENBURG & PEREIRA, 2007).

Figura III – Experimento I



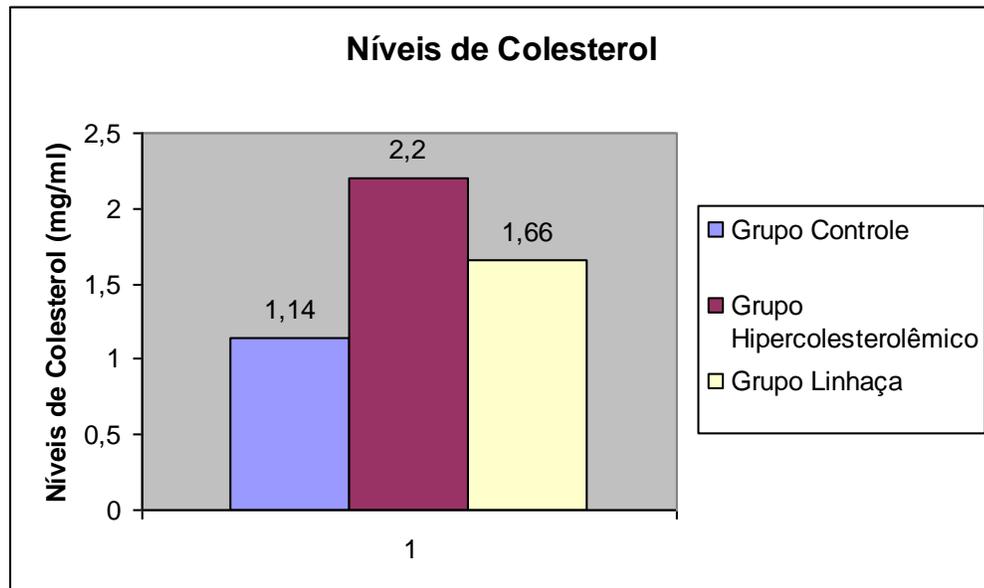
Considerando \pm EPM* (Grupo Controle 0,13 – Grupo Hipercolesterolêmico 0,35 – Grupo Linhaça 0,16). * Erro Padrão Médio. (Fonte : ROTHENBURG & PEREIRA, 2007).

Figura IV – Experimento I



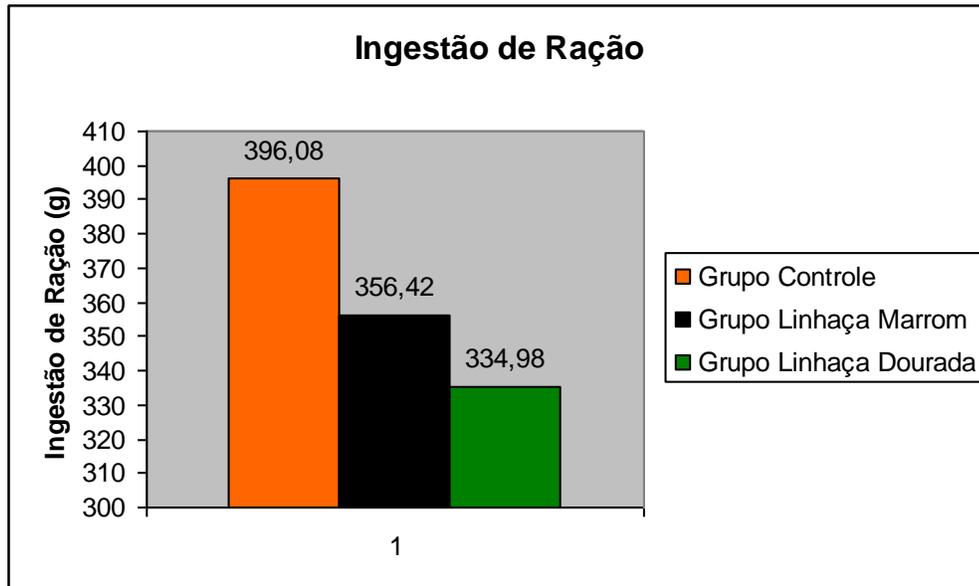
Considerando \pm EPM* (Grupo Controle 0,88 – Grupo Hipercolesterolêmico 3,99 – Grupo Linhaça 0,93). * Erro Padrão Médio. (Fonte : ROTHENBURG & PEREIRA, 2007).

Figura V – Experimento I



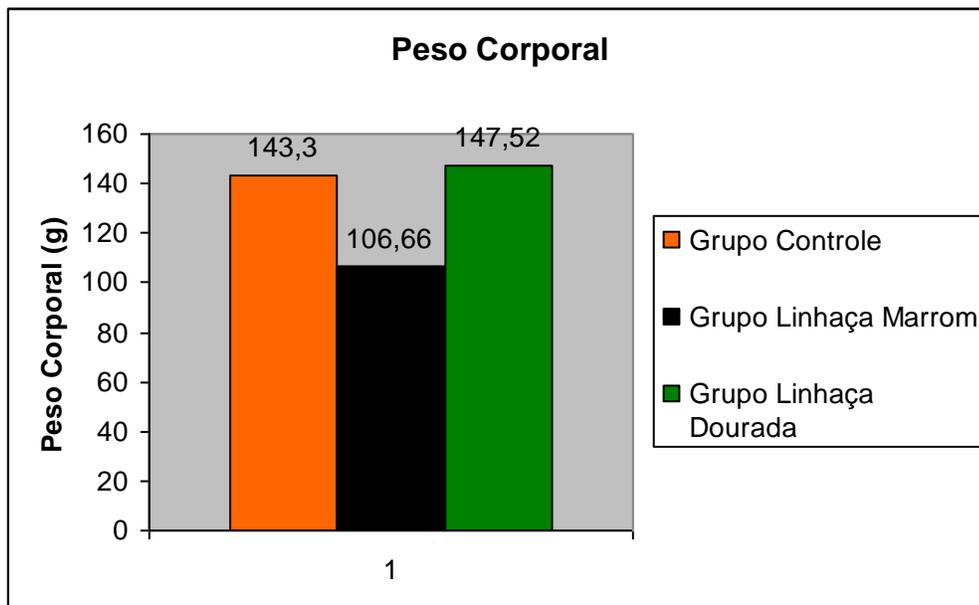
Considerando \pm EPM* (Grupo Controle 0,14 - Grupo Hipercolesterolêmico 6,32 – Grupo Linhaça 0,16). * Erro Padrão Médio. (Fonte : ROTHENBURG & PEREIRA, 2007).

Figura VI – Experimento I



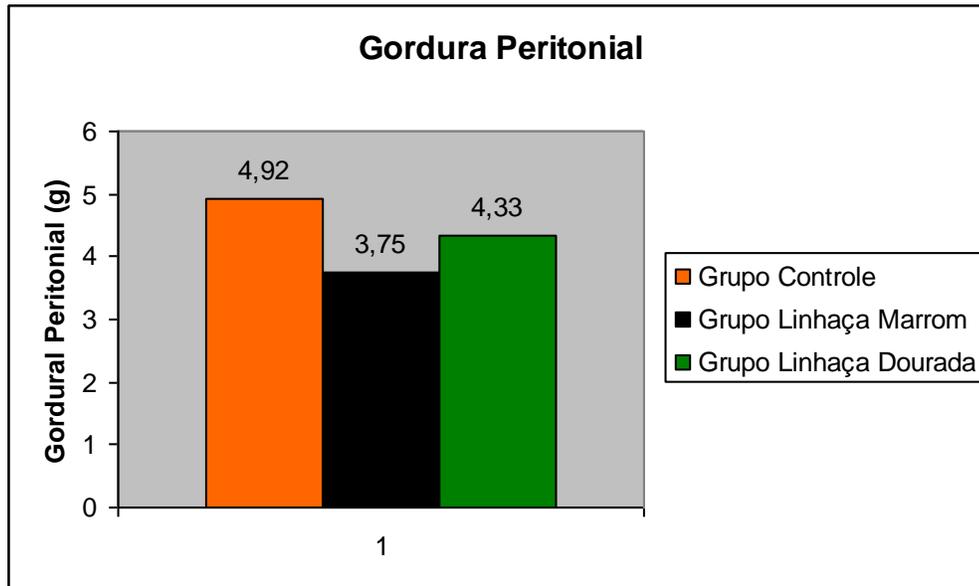
Considerando \pm EPM* (Grupo Controle 177 - Grupo Linhaça Marrom 100 – Grupo Linhaça Dourada 98,96). * Erro Padrão Médio. (fonte : LIMA, 2008).

Figura VII – Experimento II



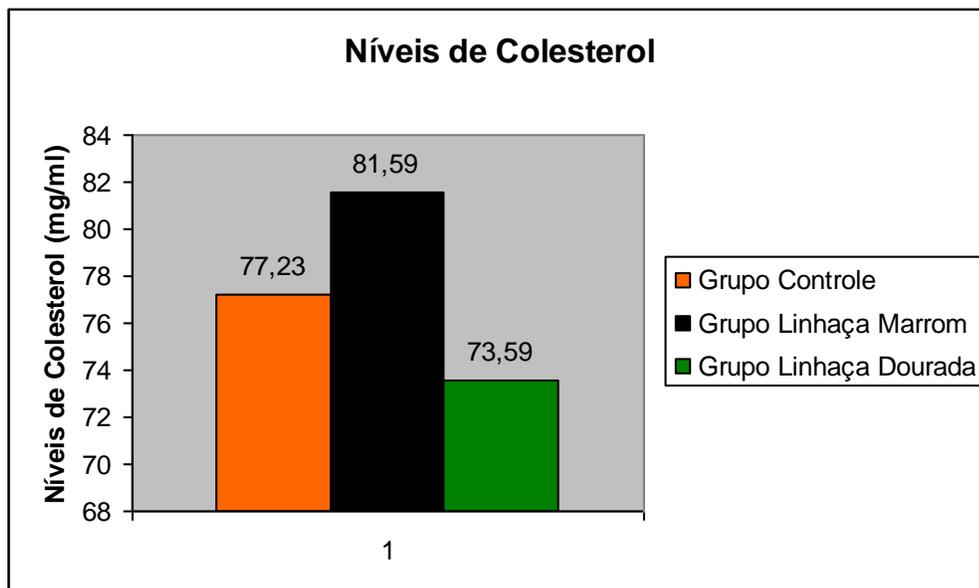
Considerando $p < 0,05$ para teste de significância. (fonte: LIMA, 2008).

Figura VIII – Experimento II



Considerando \pm EPM* (Grupo Controle 0,64 - Grupo Linhaça Marrom 0,79 – Grupo Linhaça Dourada 0,52). * Erro Padrão Médio. (Fonte : LIMA, 2008).

Gráfico IX – Experimento II



Considerando \pm EPM* (Grupo Controle 2,58 - Grupo Linhaça Marrom 6,39 – Grupo Linhaça Dourada 4,00). * Erro Padrão Médio. (fonte: LIMA, 2008).

3. Considerações Finais

Analisando os dados obtidos observou-se que em nenhuma das literaturas a linhaça cumpriu o propósito que foi designado, ou seja, não reduziu a quantidade necessária de colesterol, para comparar cientificamente seu efeito hipocolesterolêmico, tendo assim em consideração a existência de alguns trabalhos que já comprovaram esse resultado.

De acordo com a metodologia de ROTHENBURG & PEREIRA (2007), convém ressaltar que o resultado do colesterol do grupo linhaça ficou mais próximo do grupo hipercolesterolêmico, significando que não atingiu o objetivo, mas produziu algum efeito benéfico nesse sentido.

Uma das hipóteses do trabalho não ter atingido o objetivo foi o tempo de administração da linhaça, que foi de 30 dias. Outra hipótese foi a quantidade de semente de linhaça ofertada, que pode não ter sido suficiente para a redução do colesterol.

Já no estudo de LIMA (2008), foi trabalhada a semente de linhaça marrom e dourada. Em relação ao colesterol a redução do grupo linhaça dourada não foi significativa comparada ao do grupo controle. O grupo de linhaça marrom teve um aumento no nível do colesterol, mas obteve uma diferença significativa em menor ganho de peso corpóreo comparado ao grupo controle.

Diante dos resultados obtidos nas duas metodologias, chega-se a conclusão que mais resultados devem ser realizados nesse sentido e dúvidas a serem esclarecidas, onde necessitam de um tempo maior de pesquisa para a afirmação concreta da ação da linhaça frente ao colesterol.

4. Bibliografia

1. ALMEIDA, K.C.L; BOAVENTURA, G.T; GUZMAM-SILVA, M.A. A Linhaça (*Linum usitatissimum*) como fonte de ácido α - linolênico na formação da bainha de mielina. **Revista de Nutrição**, 2009, v.22, n.5, p.747-754.

Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732009000500015&lng=pt&nrm=iso, Acesso em: 11 de Mar. 2010.

2. ARAUJO, G.C.; ARAUJO, M.B ; MOTA, C.S.A ; RIBEIRO, C ; D' ANGELO, R.A ;MACHADO. F. B; LUCIANO, E. Respostas fisiológicas ao exercício agudo em ratos obesos tratados com metformina. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**. v. 13, 2007.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v13n6/07.pdf>, Acesso em: 05 de mar. 2010.

3. BRAGA, L; MELLO, M; MANCHADO, F; GOBATTO, C. 2003. Exercício contínuo e intermitente: Efeitos do treinamento

e do destreinamento sobre o peso corporal e o metabolismo muscular de ratos obesos.

Revista Portuguesa de Ciência do Desporto. Disponível em: <http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/rpcd/v6n2/v6n2a04.pdf>. acesso em: 30 de mai. 2010.

4. EDRALIN, A.L. et al., 2003. Flaxseed reduces plasma cholesterol and atherosclerotic lesion formation in ovariectomized Golden Syrian hamsters. **Atherosclerosis** 173 223–229. 2004.

Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15064095>, acesso em: 30 de maio. 2010.

6. GALVÃO, E.L.; SILVA, D.C.F; SILVA, J.O; MOREIRA, A.V.B; SOUSA, E.M.B.D. 2007. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Revista de Nutrição**, 2009, v.22, n.4, p.483-491. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000300008&lng=pt&nrm=iso, Acesso em: 24 de nov. 2009.
7. LEME, J.A.C.A ; SILVEIRA, R.F; MANCHADO-GOBATTO, F.B; ALMEIDA JR, C.C; MELLO, M.A.R; LUCIANO, E. 2008. Efeitos do exercício físico e do tratamento com metformina sobre os aspectos endócrino-metabólicos de ratos obesos de ambos os sexos. **Departamento de Educação Física. Universidade Estadual Paulista (UNESP). Rio Claro-SP (Brasil)**. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd121/efeitos-do-exercicio-fisico-e-do-tratamento-com-metformina.htm>, Acesso em: 05 de mar. 2010.
8. LIMA, T.L. **Avaliação dos efeitos da ingestão de semente de linhaça (*Linum usitatissimum*) em ratos wistars fêmeas**. 2008 Disponível em: http://www.fag.edu.br/tcc/2008/Nutri%E7%E3o/avaliacao_dos_efeitos_da_injestao_de_semente_de_linhaca.pdf, acesso em: 14 de mar. 2009.
9. MARZZOCO, A. & TORRES, B.B. **Bioquímica básica**. -2. ed.- São Paulo: Editora Guanabara Koogan, 1999, p.194.
10. MOLENA-FERNANDES, C.A.; SCHIMIDT, G.; NETO-OLIVEIRA, E.R.; BERSANI-AMADO, C.A.; CUMAN, R.K.N. Avaliação dos efeitos da suplementação com farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) marrom e dourada sobre o perfil lipídico e a evolução ponderal em ratos Wistar. **Revista Brasileira de Planta Medicinal**, v.12, n.2, p. 201-207, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v12n2/v12n2a12.pdf>. Acesso em: 09 de out. 2010.

11. NELSON, D.L. & COX, M.M. **Lehninger: princípios de bioquímica**; – 3.ed.- São Paulo: Editora Sarvier, 2002, p. 280 à 633.

12. POSER, G.J.V. et al. **Farmacognosia, da planta ao medicamento**. -6. ed.- Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: 2007, Pág. 512.

13. ROTHENBURG, H.C. & PEREIRA, F.M. **Avaliação dos efeitos da ingestão de semente de linhaça (Linum usitatissimum) em ratos fêmea hipercolesterolêmicos**. 2007.

Disponível em:
[http://www.fag.edu.br/tcc/2007/Nutricao/\(AVALIA_307AO%20DOS%20EFEITOS%20DA%20INGESTAO%20DE%20SEMENTE%20DE%20LINHA_30.pdf](http://www.fag.edu.br/tcc/2007/Nutricao/(AVALIA_307AO%20DOS%20EFEITOS%20DA%20INGESTAO%20DE%20SEMENTE%20DE%20LINHA_30.pdf), Acesso em: 14 de mar. 2009.

15. SACKHEM, G. I. & LEHMAN, D.D. **Química e Bioquímica para Ciências Biomédicas**; – 8. ed.- Barueri: Editora Manole Ltda, 2001, p. 357 à 488.

16. SOARES, L.L et al., 2008. Avaliação dos efeitos da semente de linhaça quando utilizada como fonte de proteína nas fases de crescimento e manutenção em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2008, v.28, n.3, p.551-557.

Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000300008&lng=pt&nrm=iso, Acesso em: 24 de nov. 2009.

17. VELLOSO, L.A. Novo modelo, velho remédio. **Arquivos Brasileiro de Endocrinologia e Metodologia**. V. 53 n.4. 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0004-27302009000400001&script=sci_arttext, acesso em 30 de maio. 2010.

18. ZAMBON, L; DUARTE, F.O; FREITAS, L.F; SCARMAGNANI, F.R.R; DAMASO, A; DUARTE, A.C.G.O; SENE-FIORESE, M. Efeitos de dois tipos de treinamento de natação sobre a adiposidade e o perfil lipídico de ratos obesos exógenos. **Revista de Nutrição**. V.22 n.5 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-52732009000500011&script=sci_arttext, Acesso em: 30 de mai. 2010.